

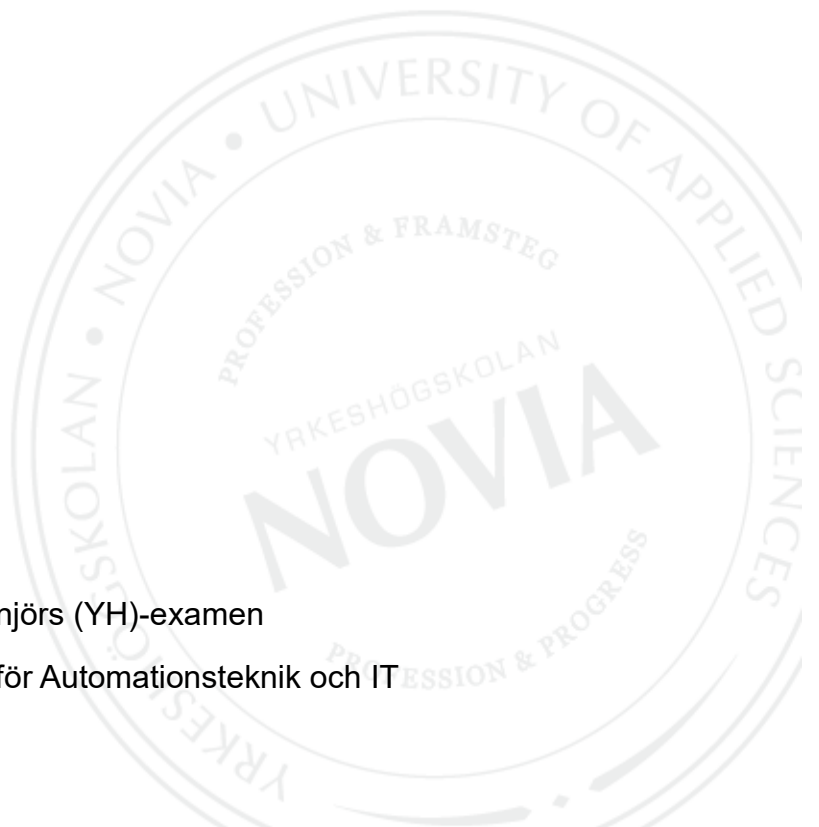
Hydrauliken blir digital

Linda Wikholm

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Automationsteknik och IT

Raseborg 2016



EXAMENSARBETE

Författare: Linda Wikholm

Utbildningsprogram och ort: Automationsteknik och IT, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Datorstödd tillverkning

Handledare: Håkan Bjurström

Titel: Hydrauliken blir digital

Datum: 4 april 2016

Sidantal: 25

Bilagor: 0

Abstrakt

Det här arbetets syfte är att förstå hydraulikens utveckling. För att förverkliga detta har jag läst artiklar på internet och i tidskrifter. Hydraulikens utveckling har varit långsam men den går stadigt framåt. Från Arkimedes upptäckt i badet har många vetenskapsmän och forskare främst i Europa arbetat med olika aspekter av hydrauliken. Den första som verkligen beskrev hydraulikens grundprincip var Leonardo da Vinci på 1400-talet. Bernoullis teorem som utvecklades på 1700-talet används än idag för att räkna ut strömningshastigheten, tryck och även strömningsförlusterna. Det riktiga genombrottet för hydrauliken kom på 1960-talet när den linstyrda grävmaskinen byttes ut mot en hydraulisk. Nu används hydrauliken varje dag i bilar, tvättmaskiner, arbetsmaskiner och inom industrin. I och med att den digitala tekniken har blivit allmän har man nu också börjat tillämpa det på hydrauliska system. Fördelarna med att digitalisera hydrauliken är att den blir både billigare, lättare, mindre och effektivare än traditionell mekanisk hydraulik. Sedan några år tillbaka har de statliga Pendolinotågen använt sig av digitala styrsystem istället för analoga servoventiler. Mantsinen Group är ett företag som producerar arbetsmaskiner och de har investerat i digitalt styrda sådana. Resultaten är att både tågen och maskinerna fungerar bättre i vårt finländska klimat, eftersom den digitala hydrauliken tål bättre orenheter och kyla. Även i vindkraftverk verkar tekniken fungerande. Den gör det möjligt att ta till vara energi när de digitala hydrauliska motorerna inte går på fulla varv. Det har med framgång använts utanför Glasgows kust och i Fukushima. Man kan vara säker på att utvecklingen kommer att fortsätta.

Språk: Svenska

Nyckelord: Digital hydraulik, digitala ventiler

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Linda Wikholm

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Automaattitekniikka ja IT, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Tietokoneavusteinen valmistus

Ohjaaja: Håkan Bjurström

Nimike: Hydrauliiikka muuttuu digitaliseksi

Päivämäärä: 4 huhtikuu 2016

Sivumäärä: 25

Liitteet: 0

Tiivistelmä

Tämän työn tavoite on ymmärtää hydrauliiikan kehityksestä. Työni olen toteuttanut lukemalla aiheesta internetistä ja lehtien artikkeleista. Hydrauliiikan kehitys on ollut hidasta, mutta edistys on nyt yhä nopeampaa. Moni tiedemies ja tutkija, mm. Arkimedes on työskennellyt hydrauliiikan havainnon ja kehityksen parissa, pääsääntöisesti Euroopassa. Ensimmäinen, joka todella kuvaili hydrauliiikan pääperiaatteita, oli Leonardo da Vinci 1400-luvulla. Bernoullin teoreemaa, joka kehittyi 1700-luvulla, käytetään vielä nykyäänkin, kun tehdään laskelmia vesivirtojen nopeuksista, paineista ja myös vesivirtojen menetyksistä. Hydrauliiikan todellinen läpimurto tapahtui 1960-luvulla, jolloin kaivinkoneet, joita ohjattiin köysillä, vaihdettiin hydraulisiin koneisiin. Nykyään hydrauliiikkaa käytetään joka päivä autoissa, pesukoneissa, työkoneissa ja teollisuudessa.

Nyt kun digitaalinen tekniikka on yleistynyt, on myös alettu soveltaa sitä hydraulisiin järjestelmiin. Hydrauliiikan digitalisoimisen hyödyt ovat siinä, että se tulee sekä halvemmaksi, helpommaksi, pienemmäksi ja tehokkaammaksi verrattuna perinteiseen mekaaniseen hydrauliiikkaan. Muutama vuosi sitten, valtion Pendolino-junissa digitaalinen ohjaus korvasi analogiset servoventtiilit.

Mantsinen Group on yritys joka tuottaa työkoneita, ja on nyt investoinut digitaalisiin työkoneisiin. Tulos on, että sekä junat ja koneet toimivat paremmin Suomen ilmastossa, koska digitaalinen hydrauliiikka kestää paremmin epäpuhtaissa olosuhteissa ja kylmyydessä. Myös tuulivoimaloissa tekniikka näyttää toimivan. Se mahdollistaa energian talteen ottamisen myös silloin, kun digitaali hydrauliiikan moottorit eivät toimi suurimmalla mahdollisella nopeudella. Tällaisia tuulivoimaloita on menestyksellisesti käytetty Glasgow'n rannikon ulkopuolella ja Fukushimaa. Voidaan olla varmoja siitä, että kehitys jatkuu.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Digitaalinen hydrauliiikka, digitaalinen venttiili

BACHELOR'S THESIS

Author: Linda Wikholm

Degree Programme: Automation and IT, Raseborg

Specialization: Computer aided manufacturing

Supervisor: Håkan Bjurström

Title: Hydraulics turns digital

Date: 4 April 2016

Number of pages: 25

Appendices: 0

Summary

The purpose of this work is to explain the development of hydraulics. To gain an understanding of the topic I have read articles on internet and in journals. The development of hydraulics has been slow but it goes steadily forward. Since Archimedes' discovery in the bath, many scientists and researchers mostly in Europe, have worked with different aspects of hydraulics. The first one who really described the basic principle of hydraulics was Leonardo da Vinci in the 1400s. Bernoulli's theorem which was developed in the 1700s is still used today to calculate flow velocity, pressure and even the losses of the flow. The real breakthrough came in the 1960s when the excavator which was managed by ropes was exchanged to a hydraulic one. Today hydraulics is used every day in cars, washing machines, work machinery and by industry. As digital technique is becoming more and more common it is now also applied to hydraulic systems. The advantages of digital hydraulics are that it is both cheaper, easier, smaller and more efficient than traditional mechanical hydraulics. Since some years ago the public Pendolino trains have been using a digital control system instead of analog servo valves. Mantsinen Group is a company which produces working machines and has invested in digitally controlled machinery. The results are that both the trains and the machines work better in our Finnish climate because they tolerate impurities and the cold. Even in windmills the technique seems to function. It makes it possible to harvest energy when the digital hydraulic machines do not work at full power and has successfully been used outside the coast of Glasgow and in Fukushima. You can be sure that the development will continue.

Language: Swedish

Key words: Digital hydraulics, digital valves

Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	1
1.1	SYFTE	1
2	HISTORIA	2
3	VAD ÄR HYDRAULIK.....	5
4	HYDRAULIKENS OLIKA DELAR	7
5	PUMPAR.....	7
5.1	OLIKA PUMPTYPER.....	7
6	HYDRAULMOTORER OCH CYLINDRAR	9
6.1	HYDRAULCYLINDRAR.....	9
6.1.1	Enkelverkande hydraulcylindrar	9
6.1.2	Dubbelverkande hydraulcylinder	10
7	HYDRAULMOTORER.....	10
8	RIKTNINGSVENTILER	11
9	TRYCKVENTILER.....	11
9.1	TRYCKBEGRÄNSNINGSVENTIL	12
9.2	MOTTRYCKSVENTIL	12
9.3	PILOTSTYRD TRYCKREDUCERINGSVENTIL	12
9.4	OVERCENTERVENTILEN	12
9.5	TRYCKAVLASTNINGSVENTILEN.....	12
10	VOLYMSTRÖMSVENTILER.....	12
10.1	STRYPVENTIL	13
10.2	REGLERBAR STRYPBACKVENTIL	13
10.3	VOLYMSTRÖMSREGULATOR	13
11	BACKVENTILER.....	13
12	ÖVRIG UTRUSTNING.....	14
13	SERVICE OCH UNDERHÅLL	15
14	VAR ANVÄNDS HYDRAULIK?	16
15	DIGITALA HYDRAULISKA VENTILER	16
15.1	MIKROVENTILER	19
15.2	LIKKODADE VENTILSYSTEM	20
15.3	KRAFTÖVERFÖRINGEN BLIR DIGITAL.....	20
16	DIGITAL HYDRAULIK I FRAMTIDEN.....	23
16.1	STADSBUSSAR.....	24
17	AVSLUTNING	25
18	KÄLLFÖRTECKNING.....	26

TERMER OCH BETECKNINGAR

Hydrostatiska paradoxen beskriver tryckförhållandet i ett kärl. Trycket är bara beroende av vätskans djup och inte av bredden på kärlet.

De hydrostatiska principerna är läran om vätskors jämvikt. En vätska i vila påverkas både av tyngdkraften och av det hydrostatiska trycket.

Kontrollvolym är ett öppet system men ett visst område där massa och energi kan röra sig över systemgränsen.

Laminär strömning är välordnad alltså all rörelse sker i skikt i strömningsriktningen. Motsatsen till laminär strömning är turbulent strömning som är kaotisk, oförutsägbar. Man använder sig av Reynolds tal (R) för att ta reda på om en strömning är laminär eller turbulent, ett lågt R betyder laminär strömning. De turbulenta strömmarna är vanligare.

Linearitet avser något som kan beskrivas med en rät linje.

Hysteres betyder tillkortakommande och betyder att kraften i ett hydraulsystem inte endast beror på det värde den har för tillfället utan också på dess historia.

Displacement är en beskrivning av hur mycket vätska det ryms i en pump per varv.

1 Inledning

Mitt examensarbete handlar om hydraulik från hur det utvecklades i början i teorier och experiment till hur hydrauliken ser ut idag och vilka visioner det finns för utvecklingen i framtiden. Hydrauliken har utvecklats från en tanke Arkimedes fick när han tog sig ett bad till system vi använder varje dag i våra hem och i vårt arbete. Det är intressant hur utvecklingen har gått vidare från Arkimedes lag till att hydraulik i olika former används inom arbetsfordon så som grävmaskiner och skogsmaskiner. Hydrauliken kan också användas till snabba och precisa styrsystem till exempel servostyrningar, ABS-bromsar och automatväxellådor till bilar och roderservon till flygplan. Ett område som hydrauliken är mycket utbredd i är industriella automatiseringssystem så som verktygsmaskiner och robotar. Den används också i olika pressar där man kan skapa stor kraft på en liten area. (Nationalencyklopedin,, 1992)

Den digitala hydrauliken har snabbt uppnått ställningen som en av de mest lovande nya teknologier inom det här området. Den har bevisad potential att ersätta traditionell hydraulik i framtiden. Det forskas aktivt inom energihantering, digital mikrohydraulik, digitala ventilsystem, energieffektivitet och datorstyrd hydraulik. (Matti Linjama J. U.-H., 2014)

1.1 Syfte

Mitt mål med detta arbete är att förstå grunderna i hydrauliken och dess användning men också att ta reda på vilka möjligheterna med digital hydraulik är. Jag försöker också beskriva det här området på ett förståeligt sätt.

2 Historia

Den sicilianska matematikern Arkimedes (287-212 f.Kr.) är den som har gett det bidraget som har varit med längst i hydraulikens historia, när han kom på att en kropp som flyter eller är nedsänkt i vatten måste ha en uppåtriktad kraft som är jämställd med den mängd vatten som den trycker undan. Detta är basen för all hydraulik. (Heath, 1897). Den hydrauliska vetenskapen gick snarare bakåt än framåt i det kommande milleniet efter Arkimedes tid.

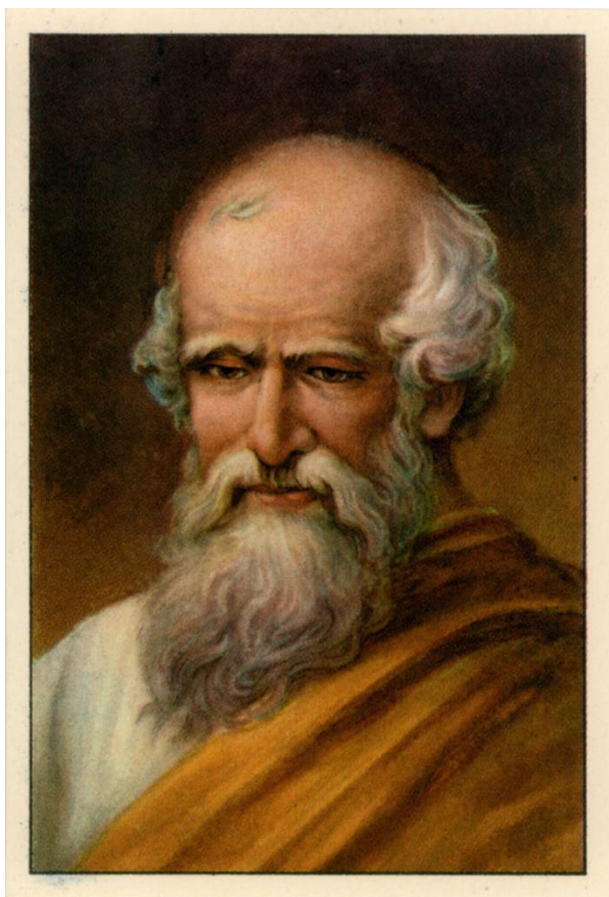


Bild 1. Arkimedes

Det var det italienska geniet Leonardo da Vinci (1452-1519) som genom sina undersökningar av hydraulik gjorde noggranna beskrivningar av strömningar, vågor och flöden. Framförallt var det Leonardo som först på ett korrekt sätt beskrev hydraulikens grundprincip som bygger på kontinuitet. Dessvärre var hans rikliga anteckningar inte bara skrivna spegelvänt (antagligen av sekretessorsaker), men dessutom var de flesta av dem försvunna i flera sekler efter hans död. Således hade hans upptäckter ingen stor effekt på vetenskapsutvecklingen. Det nästa väsentliga bidraget till hydraulikens utveckling kom från holländaren och ingenjören Simon Stevin (1548-1620). Stevin visade att den kraft som utövas av en vätska på botten av ett kärl är lika med vikten av en vätskepelare som sträcker sig från botten till

den fria ytan. Alltså att trycket bara beror på hur fullt kärlet är och att denna kraft inte är beroende av formen på kärlet. Det blev känt som den hydrostatiska paradoxen.

Om Leonardo var den första vetenskapliga forskaren värd att nämna så var det Galileo Galilei (1564-1642) som förde experimenten till forskningen genom att kasta ett första ljus på problemet med gravitationsacceleration. I hans studier av fenomenet märkte han att en kropp som glider fritt på ett lutande plan kommer upp till en viss hastighet, som beror endast på fallhöjden oavsett lutningsvinkeln.

Om Leonardo var en ensamvarg så samlade istället Galileo en liten skara elever runt sig. En av hans lärningar Abbé Benedetto Castelli (c.1577-c.1644) återuppfann principen med kontinuitet och grävde vidare inom andra aspekter av vetenskapen, fast de inte alltid var korrekta. Hans yngre kollega Evangelista Torricelli (1608-47) använde sig av sin lärares analys av det paraboliska fria falllets kurvor på vätskeströmmars geometri. Torricelli experimenterade också med vätskebarometern. Vakuumet ovanför vätskepelaren var jämförbar med tomrummet som Galileo hade upptäckt att skapades i en pump vars sugrör överskred en viss längd.

Den franska forskaren Edme Mariotte (1620-84) kallas ofta för den franska hydraulikens fader på grund av bredden på hans experiment, som baserades på vind- och vattentryck och luftens elasticitet. Något som man brukar associera med engelsmannen Robert Boyle (1627-91) som också införde ordet hydraulik, i Frankrike kallas Boyles lag för Mariotte.

Den bara några år yngre italienaren Domenico Gugliemini (1655-1710) anses vara den italienska lärans grundare. Medan Mariotte experimenterade i laboratorier gjorde Gugliemini omfattande fältmätningar på vattenströmmar. Gugliemini blev dock senare professor inom medicin.

Ungefär samtidigt levde den franske Blaise Pascal (1623-62) som involverade sig i de barometriska problem som Torricelli också undersökte, men det var Pascal som äntligen avslutade de hydrostatiska principerna. Inte nog med att han klargjorde för överföringen av trycket från punkt till punkt och dess tillämpning på den hydrauliska domkraften. Han visade också att barometertrycket varierar med höjden och därmed att barometern skulle visa noll i vakuum.

Fransmannen René Descartes (1596-1650) uppfann det kartesiska koordinatsystemet och hade en hypotes om hur planeterna rör sig i sina banor. Det här ledde till att Isaac Newton

(1642-1727) gjorde en del experiment, för att bevisa att Renés teorier var fel, vilket resulterade i flera betydelsefulla upptäckter för hydrauliken. Bland annat uppfann han fluxionsmetoden som tillsammans med den tyske Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716) teorier bildar differentialkalkylen, som man använder för att ta reda på förändringshastigheter.

En av de första som använde differentialkalkylen var den schweiziske Johann Bernoulli (1667-1748). Han lärde också ut matematiken till sin son Daniel (1700-82) och hans kamrat Leonhard Euler (1707-83). Först på 1800-talet blev hydraulik ett vetenskapligt område efter att Daniel Bernoullis publikation *Hydrodynamica* utgavs år 1738 och Jean Lerond d'Álemberts, *Traite de léquilibre et du mouvement des fluides* som utgavs år 1744. Daniels arbete innehöll mycket som var nytt, till exempel användningen av manometrar, kinetisk teori om gaser och jetdrift, men ingenstans i hans bok kan man hitta vad som är känt som Bernoullis teorem.

I själva verket var den första riktiga Bernoullis ekvation härledd genom Euler. Han förtjänar också beröm för ett antal ekvationer inom hydraulik och för att han uppfann den första vattenturbinen, åtminstone på papper. Runt samma tid uppfanns pitot-röret av fransmannen Henri de Pitot (1695-1771), röret används för att mäta det totala vätsketrycket. Engelsmannen Benjamin Robins (1707-51), uppfann den ballistiska pendeln och propellern. Antoine Chézy (1718-98) upptäckte ett samband i resistansen i strömmar och utvecklade en ekvation som nu är känd som Chézy ekvationen. Den beskriver flödes hastigheten i en öppen kanal. Tyvärr försvann hans anteckningar och hittades inte förrän under nästa århundrade av amerikanen Clemens Herschel (1842-1930), som också publicerade dessa.

Pierre Louis George Du Buat (1734-1809) som också var fransman, genomförde en mängd olika experiment men skrev också en utmärkt lärobok inom hydraulik. Han räknas som en av grundarna till strömningsmekaniken.

Förutom Bernoulli är två engelsmän mest kända inom hydrauliken, den ena är professorn Osborne Reynolds (1842-1912), som experimenterade med flöden genom rör. Han är mest känd för sitt matematiska teorem för att beräkna strömning i en kontrollvolym istället för ett system, omslaget mellan laminär och turbulent strömning. Han definierade Reynolds likformighetslag. William Froude (1810-79) är den andra engelsmannen. Han formulerade

en lag för flöden som är under påverkan av gravitation, denna lag kallas för Froudes tal som man använder när man räknar ut kanalströmningar.

Alla upptäckter inom hydraulik har hittills gjorts av européer. Amerikanen John R. Freeman (1855-1932) var den som tog initiativet till att grunda två statliga hydrauliklaboratorier. Det amerikanska bidraget var mest en breddning av den hydrauliska kunskapen som redan fanns. I speciellt två universitet utökades laboratorie aktiviteten, the California Institute of Technology och The University of Iowa, där de utförde en rad experiment inom olika områden. (Rouse, 1983)

3 Vad är hydraulik

Hydraulik kommer från de grekiska orden för vatten ”hydor” och ”aulo’s” som betyder rör. Hydrauliken är det vetenskapliga området inom vätskor, där teorin bygger på vätskornas mekaniska egenskaper och det området kallas för strömningsmekanik. (Rosén, 2011) Hydrauliken fick sitt riktiga genombrott först på 1960-talet när man bytte ut de mekaniska linstyrda grävmaskinerna till hydrauliska.



Bild 2. Linstyrd grävmaskin

Strömningsmekanik är läran om fluider, i vätske- eller gasform, och deras rörelse under påverkan av krafter. Det är en tillämpning av de grundläggande principerna inom den klassiska mekaniken, som Newtons rörelselagar, och termodynamiken. Strömningsmekanik har stor betydelse inom flera områden såsom den tillämpade mekaniken men också i områden som astrofysik, geologi, meteorologi, oceanografi och medicin. (Nationalencyklopedin, strömningsmekanik, u.d.)

Om man inriktar sig på vätskan i flytande form kallas det för hydrodynamik, där studerar man vätskans viskositet och dess in- och utflöde. Viskositeten spelar roll, för att den inre friktionen i vätskan skapar turbulens. Turbulens framkallar motstånd i flödet och gör så att effektiviteten minskar.

I ett hydraulsystem hanterar man alltså vätskor och tillhörande komponenter som tillsammans kallas för hydraulik. Man skapar trycksatt vätska i hydraulsystemet och den kan

man sedan använda för att överföra och styra kraften från en kraftkälla. Det vanligaste exemplet är en hydraulisk domkraft. Det finns två olika hydraulsystem och de kallas för ett öppet system eller ett slutet system.

4 Hydraulikens olika delar

I ett hydraulsystem finns det olika komponenter med olika uppgifter. Ett enkelt system kan till exempel innehålla en hydraulpump som får energi från en elektrisk motor. Pumpen suger vätskan från en tank och pumpar sedan vidare vätskan i rören till en hydraulmotor eller cylinder som uträttar ett mekaniskt arbete, sedan återgår vätskan till tanken. Nedan kommer en beskrivning av de vanligaste delarna i ett hydrauliskt system.

5 Pumpar

Pumpen omvandlar den mekaniska energin till hydraulisk energi. De fungerar genom att en roterande axel från en drivmotor är ihopsatt med pumpens drivaxel, så när drivmotorn startar, startar också pumpen med att suga vätska från tanken som sedan leds via pumpens trycksida till ett rör- och ventilsystem för att sedan fara igenom olika cylindrar och motorer. När vätskan kommit så långt förvandlas den hydrauliska energin tillbaks till mekanisk energi genom att motorerna och cylindrarna utför ett mekaniskt arbete.

Pumpens displacement beskriver pumpkapaciteten, det får man reda på genom att kolla slagvolymen per varv. Alltså den mängd vätska som pumpen kan pumpa igenom under ett drivaxelvarv. Det finns många olika pumpar med olika displacement men också pumpar som kan variera sin egen slagvolym. Man väljer bästa möjliga pump efter det tryck som behövs i systemet.

5.1 Olika pumptyper

Det finns pumpar med roterande kompression så som kugghjulpumpar, vingpumpar och skruvpumpar. Kugghjulpumpar och skruvpumpar har ett bestämt displacement och kugghjulpumparna kan delas upp i tre huvudtyper: ytterkugghjulpumpar, innerkugghjulpumpar och gerotorpumpar.

Ytterkugghjulpumpar har två kugghjul och vätskan pressas ut mellan kugghjulen på pumpens trycksida. Innerkugghjulpumpar och gerotorpumpar har båda ett kugghjul och hör till de pumpar som används när låg ljudnivå krävs.

Vingpumpar kan variera sin kapacitet och dess rotor är fäst på drivaxeln. Genom att ställa displacementringen men hjälp av en ställskruv och en reglerkolv kan man reglera pumpens slagvolym, det är reglerkolvens läge som avgör pumpens displacement.

Skruvpumpar är uppbyggda med tre skruvar var den mittersta skruven är sammansluten med drivaxeln och gör också det största jobbet, skruvarna på sidan har till största del till uppgift att täta. Den här sortens pump har låg ljudnivå, pulsationsfri vätskeström och passar bra till vätskor med hög viskositet som bränn- och smörjoljor.

Sedan finns det pumpar med kolvkompresion så som axialkolvpumpar och radialkolvpumpar. Kolv pumparna har flera kolvar som rör sig samtidigt inuti ett cylinderblock. Man använder flera kolvar för att strömningen ska bli så jämn som möjligt. Axialkolvpumpar finns i två olika modeller, pumpar av rak typ och pumpar av vinkeltyp. Radialkolvpumpar har också två huvudtyper, roterande cylinderblock och stationärt cylinderblock. De har gemensamt att kolvens rörelser går vinkelrätt från drivaxeln. I de här pumparna kan man också ändra dess displacement.

I system med fasta pumpar gäller följande förhållanden; volymströmmen är nästan konstant, tryckbegränsningsventilen avgör pumptrycket, den vätska som inte förbrukas av cylindrar eller motorer återgår till tanken.

Behovet av tryck, volymström och effekt varierar i hydraulsystem under processen och därför övergår man mer och mer till pumpar med variabelt displacement. En tryckkompenserande pump kan användas för att få trycket i systemet att hållas på den önskade nivån som stämmer överens med volymströmsregulatorn inställningar.

Den ändrar på sitt displacement beroende på trycket i systemet och pumpar mera när det behövs och minskar när trycket stiger över det önskade värdet. Den vätska som blir över när trycket sänks returneras till tanken via en tryckbegränsningsventil. Man kan också använda sig av en strypventil i system med pumpar som har reglerbar volymström. Ett system med

fast pump ger den sämsta verkningsgraden och system med volymströmreglerad pump ger den bästa. Men att välja pump till ett system är inte riktigt så enkelt utan beror på flera olika faktorer så som effektbehov, tryck, ljudnivå, pris, miljö och under hur lång tid systemet skall vara i drift.

Det finns två olika hydraulsystem; ett med öppet kretslopp och ett med slutet kretslopp. I det öppna systemet returneras vätska till en tank efter att det har gått igenom systemet men i ett slutet system förs den rakt till pumpens sug sida.

I ett slutet kretslopp kan man ändra plats på trycksidan och sugsidan av pumpen då får man vätskan att strömma i motsatt riktning. I detta system behöver man ingen volymströmsregulator eller riktningsventil och pumptrycket blir inte högre än det nödvändiga drivtrycket till hydraulmotorn och pumpen kan även användas för att bromsa hydraulmotorn.

6 Hydraulmotorer och cylindrar

Den hydrauliska energin förvandlas till mekanisk energi när den kommer till de delar som verkställer arbetet så som en cylinder eller en motor.

6.1 Hydraulcylindrar

Cylindrarna kan delas in i enkel- och dubbelverkande hydraulcylindrar. Den enkelverkande fungerar så att kolven flyttas med hjälp av hydraulvätskan i ena riktningen men kräver en yttre kraft så som en fjäder eller en vikt för att den ska returneras. I den dubbelverkande flyttas kolven med vätskans tryck i båda riktningarna och kan därför utföra arbete i både plus- och minusrörelse. En cylinders minusrörelse är när kolvstången rör sig in i cylindern och plus rörelse är när den rör sig ut ur cylindern.

6.1.1 Enkelverkande hydraulcylindrar

Den vanligaste av dessa cylindrar är plunjecylindern och den fungerar genom att hydraulvätskan trycker ut kolven. Den är försedd med avstrykare som drar bort eventuell smuts på returvägen. Den här cylindern används i till exempel domkrafter och pressar.

Det finns en variant på plungecylinder som kallas för teleskopcylinder. Den fungerar på samma sätt och som man kan anta av namnet på cylinder kan den bli mycket längre då den används än vad den är i hoptryckt läge. Den kan ha två eller flera steg som är placerade inuti varandra. Denna variant används till exempel i tippcylindrar till bilar och till hisscylindrar där utrymmet är begränsat.

6.1.2 Dubbelverkande hydraulcylinder

Denna modell är ansluten till hydraulvätskan i både plus- och minuskammaren så att den kan uträtta arbete i båda riktningarna. Men cylindern har dock större kraft i plusriktningen, för att arean är större i pluskammaren. Det beror på att kolvstången fyller ut en del av minuskammaren så att den har ungefär 70% av pluskammarens area, det gör även hastigheten snabbare på minussidan.

Vridcylindrar fungerar med en eller flera kolvar och en kolvstång som ligger i ett cylinderrör. När kolven rör sig påverkar den ett kugghjul som kuggar i kolvstången och skapar ett vridmoment. Då överförs vridmomentet från kolvstången i en begränsad vinkel ut i hydraulsystemet.

7 Hydraulmotorer

Hydraulmotorer ger en roterande rörelse och kan till skillnad från vridcylindrar rotera i obegränsad mängd varv åt båda hållen så deras vridningsvinkel är alltså inte begränsad. Hydraulmotorerna kan delas upp i två olika grupper beroende på deras egenskaper. Den ena gruppen är långsamtgående motorer, de har lågt varvtal (0-400 rpm) men ett högre vridmoment.

För den andra gruppen med de snabbgående motorerna gäller motsatsen, alltså de har högt varvtal men lågt vridmoment. Motorerna kan delas in i samma grupper som pumparna: kugghjulsmotorer, vingmotorer, gerotormotorer, axialkolvmotorer och radialkolvmotorer. Den första är en snabbgående motor och i listans ordning blir de långsammare.

Dessa motorer har ofta fast displacement och roterar åt båda hållen. När man ska välja en hydraulmotor kan man ta hjälp av ett så kallat musseldiagram. För att kunna använda det behöver man viss indata så som varvtal, nödvändigt vridmoment och det drivtryck som finns där motorn ska installeras. Utgångsdaten är redan given på motorn. När man har dessa

uppgifter kan man avläsa från diagrammet om till exempel drivtrycket är tillräckligt, vilken effekt det blir på axeln samt vilken den totala verkningsgraden blir för motorn.

8 Riktningsventiler

Riktningsventilernas uppgift är att styra strömmen av vätska till önskade områden i systemet. Det gör de med hjälp av att öppna och stänga portar inne i ventilen. De har styrorgan som ändrar deras olika funktionslägen. Man kan ändra funktionslägena manuellt, mekaniskt, elektriskt, hydrauliskt eller med hjälp av pneumatik. För att ta reda på hur en riktningsventil fungerar måste man kunna läsa symboler, de är godkända av ISO standarden ISO 1219 och visar dens funktionslägen och hur den styrs. I bild fyra kan man se ett exempel på ventil symboler.

De direktstyrda ventilerna har upp till 10 mm stora portar och de styrs manuellt, elektriskt, pneumatiskt eller hydrauliskt. De indirekta ventilerna styrs med hjälp av en mindre direktstyrd elektriskt riktningsventil. Det gör de för att deras portar är större än 10 mm och strömkraften blir för stor för att de ska kunna styras direkt, det gör den stora ventilen hydrauliskt styrd.

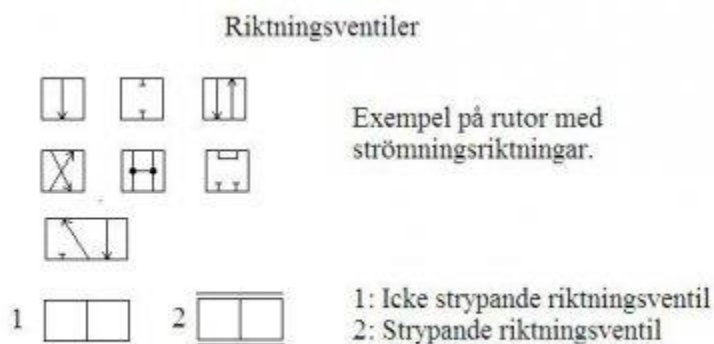


Bild 4. Symboler för riktningsventiler

9 Tryckventiler

Tryckventilerna delas in i två grupper, reglerande tryckventiler som finns i olika typer men de viktigaste är tryckbegränsningsventil, mottrycksventil, tryckreduceringsventil och overcenterventil. Den andra gruppen är icke-reglerande tryckventiler och den viktigaste typen är tryckavlastningsventilen.

9.1 Tryckbegränsningsventil

Denna ventil placeras oftast närmast pumpen och den är alltid monterad på ett grenrör från tryckledningen till tanken. Den används för att ställa in det maximala tillåtna trycket i hydraulsystemet. Den öppnar när trycket når den nivå som ventilen är inställd på.

9.2 Mottrycksventil

Mottrycksventilen är en pilotstyrd tryckbegränsningsventil med skild avledning från pilotventilen till tanken. Mottrycksventilen bromsar upp vätskeströmmen som kommer från cylinderns minuskammare så att kolvstången inte dras ut okontrollerat.

9.3 Pilotstyrd tryckreduceringsventil

Denna ventil placeras ut i systemet på den plats där man vill minska trycket från det övriga i systemet. Den kan till exempel sitta i ett system med två cylindrar var den ena skall ha ett lägre tryck än den andra och placeras då vid den cylindern som fungerar med det lägre trycket.

9.4 Overcenterventilen

Kallas också för balanseringsventil. Ventilens uppgift är att hindra överbelastning, bromsa hängande last, fungera som skydd mot rör- och slangbrott och se till att cylindrar och motorer med hängande last inte rör sig okontrollerat.

9.5 Tryckavlastningsventilen

Denna ventil är antingen helt öppen eller helt stängd till skillnad från de andra som kan ha mellanlägen. Den används ofta i system med flera pumpar och då avlastar den den ena pumpen när trycket har nått den önskade nivån.

10 Volymströmsventiler

Man använder dessa för att reglera hastigheten på motorer och cylindrar, dämpa tryckstötter, begränsa maximal volymström och för att dela upp volymströmmen till olika områden i systemet. Den skapar ett hydrauliskt motstånd som man använder till att ändra volymströmmens storlek med.

10.1 Strypventil

Strypventiler används i system med konstant tryck eller när kraven på noggrannhet inte är så stora. De fungerar genom att tvärsnittet inne i ventilen är förminskat. Tvärsnittet går att forma på olika vis för att uppnå olika resultat, beroende på vätskans viskositet och tryckfallets storlek.

10.2 Reglerbar strypbackventil

Med strypbackventilen kan man reglera strömningen i den ena riktningen men inte i den andra. Man kan också ändra på hur stor genomströmningen är i strypventilen.

10.3 Volymströmsregulator

Volymströmsregulatorn är en mängdregleringsventil som används då man önskar att volymströmmen ska hållas konstant oavsett tryckförhållandet. Volymströmsregulatorn har två strypningar placerade efter varandra, den ena kallas för inställningsdrosseln och den ställs in på det önskade värdet för volymströmmen.

Den andra är tryckkompensatorn och den kontrollerar och reglerar tryckfallet över inställningsdrosseln. För att den ska fungera måste volymströmmen vara större vid inloppet av ventilen än vad ventilen ska släppa igenom och tryckfallet får inte vara lägre än det minimitryck som tryckkompensatorn behöver för att reglera volymströmmen.

11 Backventiler

Backventiler fungerar genom att stänga av vätskeströmmen i ena riktningen och öppna den i den andra. Den tryckstyrda backventilen kan vara öppen i båda riktningarna. I bild 3 kan man se ett schema på ett hydraulsystem.

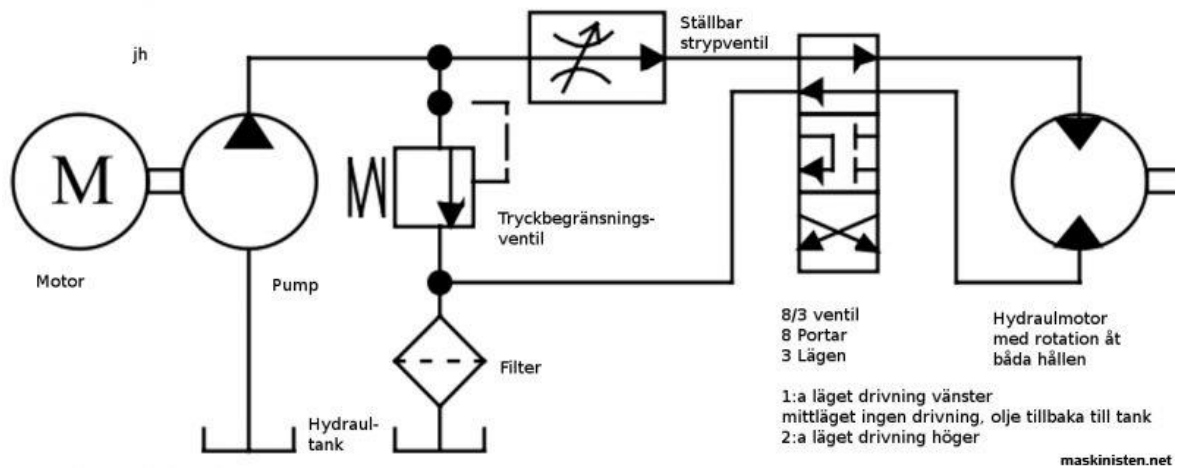


Bild 3. Ett schema från ett vanligt hydraulsystem.

12 Övrig utrustning

Förutom ventiler, pumpar och motorer behövs det till exempel tankar. Tanken lagrar och kyler systemets vätska den avluftar även vätskan när den står stilla i tanken, samlar upp föroreningar och kondensvatten.

Filter och silar behövs för att ta bort föroreningar från systemet. Andningsfilter finns i tanken och luften strömmar till och från tanken genom filtret. Tryckfiltret ska tåla systemets maxtryck och är placerad efter pumpen men före tryckbegränsningsventilen. Returfiltret sitter i returledningen före tanken.

Kylare behövs i vissa system för att förhindra att vätskan blir för varm. Det finns vattenkylare och luftkylare. Vissa system kan även behöva en värmare för att värma oljan om den har stått stilla en längre tid eller under vinterhalvåret.

Nivåvakt används för att hålla koll på vätskemängden i systemet så att inte anläggningen skadas.

Tryckströmställare används för att bryta eller sluta en elektrisk krets när trycket når en förinställd nivå.

För att kunna kontrollera trycket används tryckmätare.

Akkumulatören lagrar hydraulisk energi. Den används till exempel då man under en kortare tid behöver ett större vätskeflöde.

Hydraulvätskan kan vara mineralolja, vattenbaserad vätska eller syntetisk vätska. Kraven på en bra vätska är att den ska ha lämplig viskositet, vara motståndskraftig mot oxidation, ha god smörjförmåga, ha rostskyddande och vattenavskiljande egenskaper. Därtill bör den ge liten skumbildning, vara eldsäker och ha ett passande pris. Den vanligaste hydraulvätskan är en med mineralolja som bas. Med olika tillsatser uppfyller den nästan alla krav utom eldsäkerheten. Vattenbaserade vätskor har sämre egenskaper än mineraloljan men är mera eldresistenta. Syntetiska vätskor är dyrt och kan vara väldigt giftiga.

13 Service och underhåll

Vid uppstartningen av ett system är det viktigt att kontrollera att allt är rätt monterat och att alla inställningarna stämmer överens. Systemet renas en sista gång före oljan hälls i. Man ska också vara noga med att oljan är ren och hålls ren när den hälls in i systemet. Oljenivån skall kontrolleras före och efter start. Ackumulatören skall förladdas och trycket i den skall kontrolleras. Rotationsriktningen på pumpen och motorn skall vara rätt och testas före användning. Pumpen provas vid lägsta möjlig tryck och sedan ska hydraulanläggningen avluftas före användning. Huvudtrycksbegränsningsventilen ställs in på 30% av arbetstrycket och då kontrollerar man att allt fungerar som det ska. Efter det ställs trycket till den nivå det skall vara och man kollar ännu igenom systemet efter eventuellt oljeläckage. Alla ventiler skall också granskas och deras funktion kontrolleras. Om temperaturen hålls på rätt nivå spolrar man slutligen anläggningen och byter ut de filter som varit i användning.

Underhåll skall göras rutinmässigt och man ska alltid sträva efter den största möjliga renligheten vid byte av delar. Efter högst 50 driftstimmar byts filtren ut i en ny anläggning, därefter byts de enligt schema eller när deras smutsindikator ger utslag. Om temperaturen i systemet stiger skall pumpen kontrolleras. Pumpens ljudnivå ändrar också om den behöver reparation. Alla ventilfunktioner, kylare och ackumulatorer skall granskas regelbundet. Oljenivån skall kontrolleras ofta och om den sjunkit skall man reda ut orsaken och byta ut eventuella delar som läcker. Slangar och rörledningar med mekaniska skador skall bytas ut. (Haugnes, 1995)

14 Var används hydraulik?

Hydraulik används inom många olika områden, de flesta av oss använder hydraulik varje dag utan att tänka på det. Det används i till exempel bilars bromsar och för att kunna lyfta upp bilen med en billyft eller en domkraft, hydraulik används också i flygplan för att justera vingar, ställa landningsutrustning och till att öppna och stänga dörrar, det används i alla möjliga arbetsmaskiner så som kranar, traktorer, hjullastare och truckar.

I fabriker används hydrauliken i robotar och till transportband. I hemmet finns hydrauliken i diskmaskiner och stolar som går att höja och sänka, också i hissar används hydraulik. Nöjesparker använder hydrauliken för att kunna skapa och kontrollera rörelse i olika karuseller så som pariserhjulet, det används också för att kunna höja och sänka golvet i en teater. Så hydrauliken är viktig inom många områden i dagens värld. (Calloway, 2014)



Bild 4. Pariserhjul

15 Digitala hydrauliska ventiler

Under 90-talet har hydrauliken förstärkts och globaliserats allt mer, den används i många krävande industriella tillämpningar. Hydraulikbranschen är mycket lönsam och utvecklingen fortsätter. Den tekniska revolutionen som hydrauliken nu genomgår bygger på att integrera

digitala styrningar och reglering i systemen. Efterfrågan på hållbarhet och miljövänlighet driver utvecklingen allt snabbare framåt. Det har visat sig att hydraulikens egenskaper är oslagbara inom industrin. (Åstrand & Kari Gustafsson, 2015)

Största delen av de hydrauliska systemen är baserade på analogt kontrollerade komponenter, så som ventiler i olika storlekar och pumpar med variabelt displacement. Fördelarna med detta system är att det är enkelt att kontrollera och har ett jämnt flöde. Dessa system kan däremot också vara dyra och de är känsliga för föroreningar, temperaturskillnader, vibrationer med mera.

Digitala system har ersatt det analoga inom många områden, till exempel i kameror, displayer, datorer och musik. Digital teknologi är inte begränsad till bara elektronik utan kan användas inom alla teknologiska områden. Principen i digitala system är att ha flera lika stora komponenter så som pixlar, AD/DA-omvandlare och att de kontrolleras av något slags intelligent styrning.

Viktiga fördelar med digital teknik är att de är robusta, kan repeteras många gånger och att de har blivit mycket bättre på att tolerera små fel. Feltoleransen har varit ett stort problem i den digitala tekniken. En av de vanligaste lösningarna är att använda binära komponenter som gör det lätt att avgöra om signalen är på eller av. Användningen av flera liknande komponenter gör digitala system pålitliga, till exempel ett pixelfel i en digital kamera förorsakar en knappt märkbar försämring. Det är också lättare att optimera funktionen för digitala system för de kräver inte linearitet eller hysteres. Systemet är i princip binärt, där varje delkomponent är antingen på eller av, ingenting där emellan. Utmaningarna i digital hydraulik är att det är många komponenter och det finns risk för att det blir knäckiga rörelser. Digitala system har alltid varit dyrare i början men massproduktion har gjort dem billigare än de analoga motsvarande delarna, också en höjning i utförande, programmerbarhet och flexibilitet har gjort att man tolererar de höjda priserna.



Bild 5. Parallellt kopplade ventiler

Digitala teknologier i hydrauliska system kan delas in i tre större klasser, den lättaste är en traditionell on/off teknologi i vilken utsignalen endast kan anta två olika värden, så som om motorn, cylinder eller pumpen är igång eller har stannat, om trycket är lågt eller högt. Den andra större klassen är omkopplingstekniker, som imiterar principerna från ett elektriskt omkopplingssystem.

Den mest populära varianten av dessa är en pulsbreddsmodulerad (PWM) on/off ventil. Omkopplingstekniker är beroende av extremt snabba omkopplingar och den största fördelen för dessa är att de byggs av enkel hydraulisk utrustning. Avsikten är att skapa analogliknande resultat med hjälp av att ofta registrera ingångsvärdena och göra en felkorrigering av dessa. Den tredje klassen är användningen av parallellkopplade komponenter. Den största skillnaden är att det inte behövs någon justering för att bibehålla ett visst utgångsvärde. För att få god styrförmåga använder man många små ventiler istället för en stor, då kan man också förbättra reaktionstiden.

Digital hydraulik är bara i början av sin utveckling och tanken är att det ska kunna ersätta eller finnas som ett alternativ till traditionell styrning med servo eller ventiler i olika storlekar. I princip använder man sig av parallellt kopplade tvåvägs on/off ventiler

tillsammans med en intelligent styrning. Denna teknik har potential att vara tio gånger snabbare i respons än befintliga ventiler.

Parallellkopplade ventiler är egentligen ingen ny uppfinning men har inte använts mycket under 2000-talet. Utvecklingen av ventiler och kontrolltekniker har resulterat i en mera utbredd forskning inom parallellkopplade ventiler. Resultatet av forskningen är att digitalt styrda ventiler kan spara energi på samma sätt som analoga system. Om en ventil inte fungerar förhindrar det inte användningen av till exempel pumpen, utförandet är jämförbart eller bättre än analoga motsvarigheter, komplicerade kontroller behövs och ordentlig design av systemet behövs för att undvika trycktoppar. (Matti Linjama M. V., 2008)

15.1 Mikroventiler

Det vanligaste sättet att styra ett hydrauliskt system är att använda sig av olika strykningsmetoder. Det är både billigt och lätt att kontrollera men det är inte energieffektivt. Energieffektiviteten skulle kunna förbättras med hjälp av lastkännande pumpar och/eller utplacerade ventiler. Ventiler som har fördelats kan kontrollera varje flödesväg och minska förluster i systemet. Ett bra sätt att minska förlusterna i nya system är att styra varje ställdon skilt med hjälp av egna pumpar, det passar emellertid inte så bra för redan befintliga system eftersom det är svårt att eftermontera in dessa. De potentiella fördelarna med dessa ventiler är energieffektivitet, förbättrad styrförmåga och produktivitet.

DVS (Digital hydraulic Valve System) är en speciell sorts utplacerade ventiler, där systemet kontrolleras av parallellkopplade on/off ventiler. Fördelarna med DVS är att det är snabbt och ger självständig respons och är tåligt mot oren olja. Nackdelarna är att det tar mycket utrymme och risken finns att det kostar mera.

Målet med denna forskning är att utveckla något system som man direkt kan byta ut mot de gamla servostyrningarna. Man har uppnått detta genom digital mikrohydraulik. Idén är att använda endast en enda storlek på ventilerna, den som är den bästa möjliga med tanke på flödesdensitet, responstid och feltolerans. Men detta system är krävande i den meningen att mycket större antal ventiler behövs. För att få ett system som är bättre än ett servoventilsystem måste responstiden vara 2 ms. Problemet med detta är att 128 ventiler skall få plats i ett rätblock med måtten 50 x 260 x 160. Lösningen på detta problem måste vara billig och passa för massproduktion.

Det som redan är löst är att man har lyckats förminska ventilerna och ändå behålla en genomströmningsskapacitet på 1,4 l/min vid 3,5 MPa tryckskillnad, man har hittat förmånlig tillverkning av de invecklade systemen, man har också hittat kostnadseffektiv elektronik till ventilerna. De utmaningar som fortfarande inte är lösta är hur man ska kunna höja det maximala trycket från 21 MPa till 32 MPa. Man har inte heller hittat en billig tillverkning av magnetventiler eller hur man skall kunna koppla samman dessa ventiler med elektroniksystemet. (Linjama et al, 2015)

15.2 Likkodade ventilsystem

Tidigare forskning av digital hydraulik pekar på att det lönar sig att minska storleken på ventilerna. Alla ventiler skall vara av samma storlek, sammansatta i ett digitalt hydrauliskt ventilsystem. Ett problem med dessa system är att de har dålig styrbarhet i lägre hastigheter. För att skapa ett system utan kavitation, med energieffektiv kontroll som håller ett stadigt tryck och där hastigheten kan kontrolleras har man utvecklat ett system med miniatyrventiler. Med hjälp av detta system kan man studera möjligheterna med denna metod.

Den första prototypen av det likkodade ventilsystemet innehåller 16 miniatyrventiler som är uppdelade i två DFCU:n (Digital Flow Control Units) och den ena moduleringsmetoden som används är PNM (Pulse Number Modulation). PNM är en kontrollmetod där utvärdet är kontrollerat av antalet ventiler som är öppna. Denna metod fungerar dock inte så bra i låga hastigheter. PFM (Pulse Frequency Modulation) är en annan digital styrmetod som kan användas för att få en bättre styrförmåga vid hastigheter under minimihastigheten. Metoden används sällan inom digital hydraulik men har tillsammans med kontrollmetoden PNM använts i denna prototyp.

Resultatet blev att i likkodade ventilsystem kan man använda omkopplingsmetoden PFM effektivt och med hjälp av denna förbättra styrförmågan på åtminstone en cylinder. Likkodade ventilsystem verkar ha stor potential att med god förmåga att styra systemet enligt de uträknade referensvärdena. (Paloniitty et al, 2015)

15.3 Kraftöverföringen blir digital

Digital hydraulik ökar användningssäkerheten i olika maskiner samt förkortar hydraulikslangarna. Tammerfors teknologiska universitet har erfarenhet av att digitalisering

är ett framsteg för den traditionella hydrauliska kraftöverföringen. Statens järnvägars pendolinotåg har haft problem med sina servoventiler för att de var ständigt utsatta för föroreningar och de krånglade i den finländska kylan. Man löste detta problem genom att ersätta de analoga servoventilerna med digitalt styrda system. De första pendolinotågen med denna teknik har redan varit i användning i över tre år.

Hydrauliken kommer att digitaliseras i snar framtid säger professor Kalevi Huhtala på Tammerfors teknologiska universitet, där de framförallt forskar kring digitaliseringen av arbetsmaskiner. Fokusen ökar på digital hydraulik och flera patent har redan tagits av en forskargrupp vid universitetet.



Bild 6. Digitalt styrd grävmaskin

En av de nya uppfinningarna är Digital Hydraulics Power Management System som i praktiken avlägsnar de hydrauliska kraftöverföringsförlusterna och sänker bränsleförbrukningen bland arbetsmaskinerna till hälften. Enligt Huhtala ökar digital hydraulik pålitligheten hos arbetsmaskinernas funktioner. Det är en pålitlig teknik som fungerar oberoende av små fel, exempelvis om en ventil går sönder, så styrs hydraulvätskan att rinna genom andra närliggande ventiler.

Ett företag som har satsat på att tillsätta elektronik i deras produkter är Mantsinen Group, de har bytt ut den traditionella hydrauliska styrningen till digitalt styrda system. Idén är att maskinerna skall vara lättare att ställa in för olika uppgifter, så som hastigheten på rörelser, i vilken ordning maskinen fungerar och andra egenskaper som föraren kan ändra utan att behöva byta olika delar. Enligt Mantsinen Groups erfarenhet fungerar maskinen bättre i kyla med denna digitalt fungerande styrning.

Digital hydraulik fungerar också bra i små skogsmaskiner såsom i sågmaskiner, på grund av att utrymmet är mindre och de är svårare att ställa. Trots detta är inte digital hydraulik ännu installerad i många arbetsmaskiner. Den digitala hydrauliken har en stor potential i framtiden, den är mycket noggrann och fungerar bra, den har mångsidiga programmeringsmöjligheter och är energieffektiv.

Digitaliseringen minskar på ventilernas storlek och gör det möjligt att anpassa dem till mindre maskiner. Det är inte omöjligt att dessa packade små hydrauliksystem skulle ha potential till att kunna användas i helt nya program. Med hjälp av att systemen blir mindre kan man minska på mängden av slangar och rör. Om man skulle kunna minska antalet slangar från tio till två, där den ena skulle vara matningsslangen och den andra returslangen, så skulle detta märkbart öka funktionssäkerheten och även systemets vikt skulle minska en del.

Huhtala har en vision om att man skall kunna placera den digitala hydrauliken i ändan på grävmaskinsbommen, när systemet blir lättare kan allt placeras på samma ställe och därmed minskar antalet slangar som behövs. Enligt honom är detta en lång process och en stor förändring för dem som använder skogsmaskinerna, det kräver att användarna skall anpassa sig till den nya tekniken. Han anser ändå att den hydrauliska kraftöverföringen behövs också i framtiden, speciellt när man behöver en rak rörelse som kräver mängder med kraft, noggrannhet och snabbhet.

Den digitala hydrauliken är miljövänligare, för att man istället för mineralolja använder naturvänliga vätskor och man kan reducera bränsleförbrukningen med 35 %. Enligt Huhtala är digitaliseringen ett stort framsteg i teknologin. Automationen ökar hela tiden, och den digitala hydrauliken kommer i framtiden att ha en stor betydelse. Maskiner blir allt mer automatiserade och då blir de programmerbara hydrauliksystemen den bästa möjligheten för dem. Detta sker dock stegvis, samhället är inte förberedda för radikala förändringar. Digital hydraulik kan enkelt förklaras som en digitalisering av det hydrauliska genomflödet. I den vanliga hydrauliken är genomflödet genom ventilerna konstant, men med hjälp av digitalisering så skulle man kunna öppna endast den mängd ventiler som behövs utan att strypa genomflödet, såsom till exempel i en vattenkran. Man öppnar kranen så mycket som det behövs.

(Peltonen, 2016, s. 16-18)

16 Digital hydraulik i framtiden

Hydrauliken passar utmärkt för vissa användningsområden så som att styra tunga maskiner tack vare fördelarna med att överföra kraft över långa avstånd och igenom små rör. Hydrauliken är också lättare och billigare än elektriska motorer med samma prestanda. Det finns ändå en nackdel och det är att hydraulisk kraftöverföring har låg verkningsgrad. Det gäller särskilt i vindkraftverk vad beträffar generering av elektricitet. De kan förlora en stor del av den elektricitet som de skapar, särskilt när de inte körs på fulla varv.

Det är i sådana här fall den digitala hydrauliken är lämplig. Huvudsakligen slår man ihop en dator med en traditionell hydraulisk motor som gör det möjligt att stänga av en del av motorn när den inte behövs. Den digitala motsvarigheten förhindrar att onödiga kolvar stjäl energi från motorn och därmed höjer den totala effekten.

Lätta och effektiva digitalt hydrauliska maskiner låter vindkraftverk alstra elektricitet som traditionella maskiner inte skulle kunna utan att vara otroligt stora och klumpiga. Den här tekniken används redan i 7 megawatts turbiner utanför Glasgows kust och i Fukushima.

Kombinationen av lätthet och effektivitet visar sig också vara funktionell för att det har minskat bränsleförbrukningen med 30 % i till exempel stadsbussar.

Denna teknologi är bara i sin början i kommersiell användning men den kommer säkert att bli allt vanligare. (Limer, 2015)

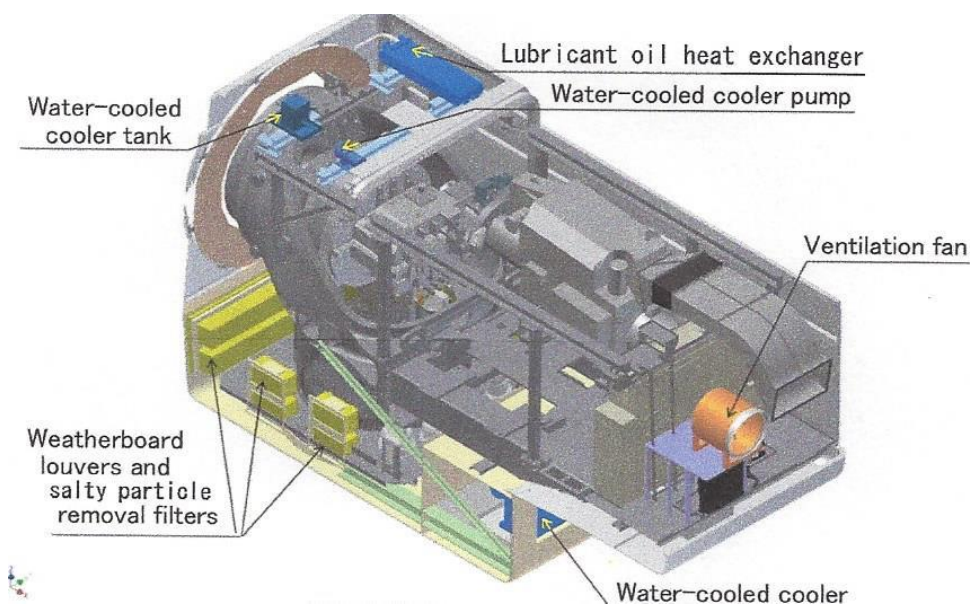


Bild 7. Turbinen till ett vindkraftverk till havs.

16.1 Stadsbussar

Med dessa stadsbussar försöker man minska bränsleförbrukningen och koldioxidutsläppen med minsta möjliga kostnad jämfört med icke hybridfordon. Största delen av hybridfordonen använder sig av en elektrisk motor som lagrar energi i ett batteri. Hybridbilar är dyra att tillverka och så är också hybridbussar. Därför försöker nu ett antal företag att tillverka en annan sorts hybridfordon där hydrauliska pumpmotorer är den andra källan till energi och gasackumulatorer står för energilagrande. Ackumulatorer är inte så energirika som ett vanligt batteri så dessa fordon skulle inte kunna köra med bränslemotorn avstängd lika långt som de elektriska hybriderna, men de hydrauliska motorerna är utmärkta för att lagra bromsenergin. Hydrauliska pumpmotorer är tillverkade av stål och kräver inte några ovanliga material för att tillverkas. Hybridsystemen till bussarna är byggda av ett företag som heter Artemis, deras system är baserat på digitala displacementteknologier. De gjorde ett test och installerade systemet i en tolv år gammal stadsbuss, med gott resultat. (Jamie Taylor, 2015)

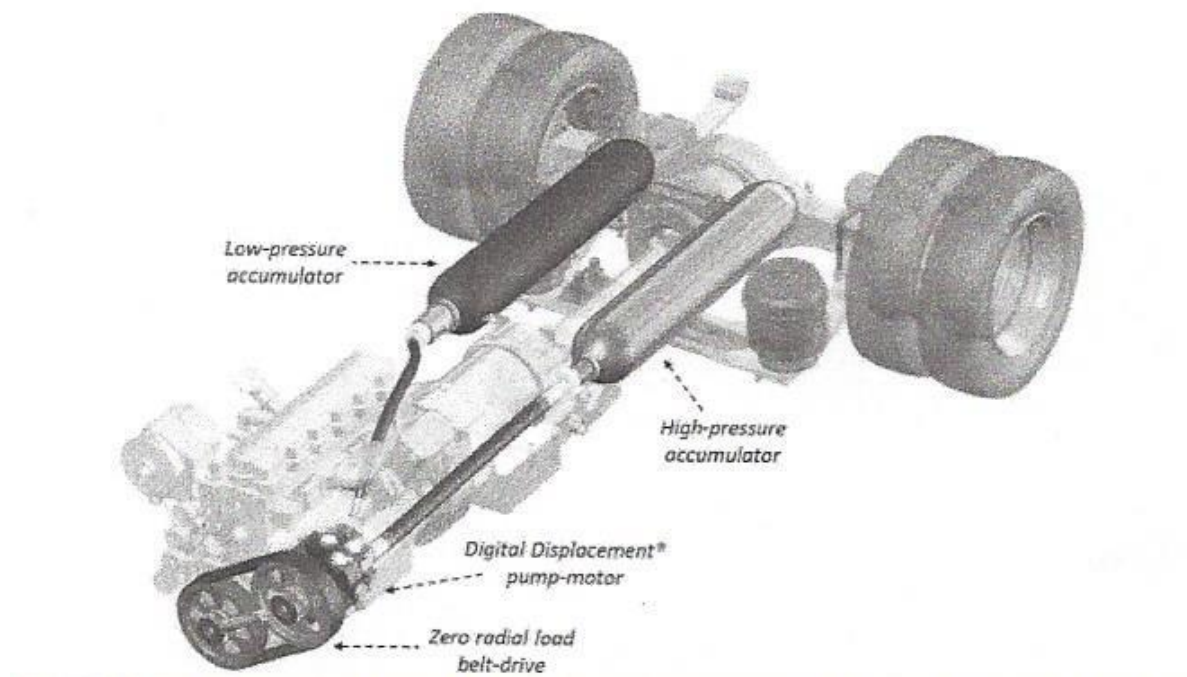


Bild 8. De huvudsakliga komponenterna i stadsbussens hydrauliska hybridsystem

17 Avslutning

Under tiden jag har skrivit detta arbete har jag fått större förståelse för en del kurser vi har haft och de räkneövningar vi har gjort. Som alltid tycker jag att historien och framtidsvisionerna är intressantast att skriva om. Hydrauliken är helt klart en bra och utvecklingsbar uppfinning. Den digitala delen kommer att allt mer förbättra dess egenskaper. Vissa texter har varit svåra att förstå men jag hoppas att jag har kunnat göra dem mera lättlästa.

18 Källförteckning

- 3, b. (u.d.). *hydraulschema*. Hämtat från
<https://www.maskinisten.net/viewtopic.php?t=4684>
- 4, B. (u.d.). *Pariserhjul*. Hämtat från
http://miruschkan.ratata.fi/blogg/?offset_52664=675
- 4, b. (u.d.). *Riktningsventiler*. Hämtat från
<http://www.hydraulik.n.nu/pumparmotorer>
- 8, B. 7. (u.d.). Hämtat från <http://www.artemisip.com/news-media/papers>
- Archimedes. (u.d.). Hämtat från
<http://artcreationforever.com/content/archimedes.html> den 31 March 2016
- Calloway, A. (den 12 June 2014). *Worlifts*. Hämtat från
<http://www.worlifts.co.uk/blog/hydraulic-systems-found-everyday-life/> den 20 March 2016
- Grävmaskin. (u.d.). Hämtat från <http://www.konekesko.com/fi-FI/Tuotemerkit/Kobelco/Kaivinkoneet/> den 4 April 2016
- Gustavsson, C. (u.d.). *uppsala universitet*. Hämtat från
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:jxsfVKF65dkJ:https://studentportalen.uu.se/uusp-webapp/auth/webwork/filearea/download.action%3FnodeId%3D854333%26toolAttachmentId%3D164670%26uusp.userId%3Dguest+&cd=35&hl=fi&ct=clnk&gl=fi> den 31 March 2016
- Haugnes, S. (1995). *Hydraulik 1*. Stockholm: Liber AB.
- Heath, T. L. (1897). *The Works of Archimedes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jamie Taylor, W. R. (den 21 May 2015). *Artemis*. Hämtat från
<http://www.artemisip.com/sites/default/files/docs/2015-Taylor%20et%20al-Demo%20of%20DD%20%20Hyd%20Hybrid%20Bus.pdf> den 4 April 2016
- Limer, E. (den 17 July 2015). *PM*. Hämtat från
<http://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/a16515/artemis-intelligent-power-digital-displacement-hydraulics/> den 28 March 2016
- Linjama M, Paloniitty M, Tiainen L, Huhtala, 2015: Mechatronic design of digital hydraulic micro valve package. *Procedia Engineering* 106 (2015), 97-107.
- Paloniitty M, Linjama M, Huhtala K, 2015: Equal coded digital hydraulic valve system - improving tracking control with pulse frequency modulation. *Procedia Engineering* 106 (2015) 83-91.

- Matti Linjama, J. U.-H. (den 11 November 2014). *Tampere University of Technology*. Hämtat från <http://www.tut.fi/en/about-tut/departments/intelligent-hydraulics-and-automation/research/digital-hydraulics/index.htm> den 28 March 2016
- Matti Linjama, M. V. (den 14 February 2008). *Digital Hydraulics – Towards perfect valve Technology*. Hämtat från <http://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-EV8CWLRS/cbb15d1e-b8d9-4d96-9944-5fb87b6bd18a/PDF>
- Nationalencyklopedin,. (1992). i *nionde bandet* (ss. 195-196). Bra böcker.
- Nationalencyklopedin, strömningsmekanik.* (u.d.). Hämtat från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/strömningsmekanik> den 1 Mars 2016
- Peltonen, K. (den 29 Januari 2016). Voimansiirto alkaa digitaaliseksi. *Tekniikka ja talous*, ss. 16-18.
- Rosén, J. P. (den 17 January 2011). Hämtat från http://rolflowgren.se/RL-MDH/Kurser/KPP039/KursPM%20ht%202010/J-PR_Hydraulik.pdf den 25 February 2016
- Rouse, H. (April 1983). *books at iowa*. Hämtat från <http://digital.lib.uiowa.edu/bai/hydraul.htm#text4> den 29 February 2016
- ventiler, P. k. (u.d.). Hämtat från <http://www.tut.fi/interface/articles/2009/1/hydraulics-enters-the-digital-age> den 31 March 2016
- Åstrand, M., & Kari Gustafsson, B. L.-O. (June 2015). *vinnova*. Hämtat från <http://www.vinnova.se/PageFiles/751330345/innovativgronhydraulik.pdf>